

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-236432
(P2000-236432A)

(43)公開日 平成12年8月29日 (2000. 8. 29)

(51) Int.Cl.
H 04 N 1/387
// G 09 C 5/00

識別記号

F I
H 04 N 1/387
G 09 C 5/00

テマコード* (参考)
5 C 0 7 6
5 J 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-35335

(22)出願日

平成11年2月15日 (1999. 2. 15)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 桂 卓史

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 井上 尚

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

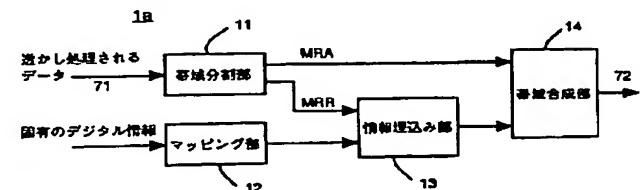
F ターム (参考) 50076 AA02 AA13 AA14 AA36 BA03
BA04 BA06 BA09
5J104 AA14 AA15 NA14 NA27 PA14

(54)【発明の名称】 デジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 第三者によるデジタル情報の解読がしにくく、簡易な装置、方法で、算出コストの低い、確実な埋め込み情報の復号を可能とする。

【解決手段】 帯域分割部11は、画像信号71を入力して、離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域に分割し、変換係数を算出する。算出したMRR (LL3以外の信号) の変換係数の全てもしくはその一部で構成される数列に固有のデジタル情報からマッピングした疑似乱数列を埋込む。埋込み処理されたLL3信号と他の複数の周波数帯域の信号を合成して、画像信号72を再構成する。情報が埋込まれた画像信号73を帯域分割し、変換係数を算出する。算出したMRRの変換係数で構成される数列と疑似乱数列との内積が予め設定したしきい値より大きい場合、使用した疑似乱数列を有意とし、疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を抽出する。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング手段と、分割された前記複数の周波数帯域のうち、最も低い周波数帯域（以下、M R Rという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に前記疑似乱数列を埋込む情報埋込み手段と、情報埋込み処理後の前記M R Rと前記M R Aとを用いて、前記疑似乱数列を埋込んだデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備えたことを特徴とするデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項2】デジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割し、最も低い周波数帯域（以下、M R Aという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部に第1の疑似乱数列を埋込み、更に再構成したデジタル画像信号を入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された前記複数の周波数帯域のうち、前記M R Rの変換係数で構成した数列と第2の疑似乱数列との内積を求める相関値算出手段と、前記相関値算出手段の出力から第1の疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定手段と、決定した第1の疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成手段とを備えたことを特徴とするデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項3】疑似乱数列は平均値0、分散値1の正規分布から選ばれた数列であることを特徴とする請求項1または3記載のデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項4】疑似乱数列決定手段は相関値算出手段が出力する値が予め設定したしきい値より大きい場合に該当する疑似乱数列であると判断することを特徴とする請求項2または3記載のデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項5】帯域分割手段は、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する際に、複数の階層に分割し、情報埋込み手段は、分割された複数の周波数帯域の中で第2階層以上のM R Rの変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項1または3記載のデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項6】情報埋込み手段は、M R Rのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数の全てもしくはその一部と水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数の全てもしくはその一部とで構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項1、3または5記載のデ

2

ジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項7】情報埋込み手段は、M R Rのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数、および水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数のいずれか一方の全てもしくはその一部から構成される数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項1、3または5記載のデジタル情報埋込み・抽出装置。

【請求項8】離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、最も低い周波数帯域（以下、M R Aという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成される数列に前記疑似乱数列を埋込むステップと、情報埋込み処理後の前記M R Rと前記M R Aとを用いて、前記疑似乱数列を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを備えたことを特徴とするデジタル情報埋込み・抽出方法。

【請求項9】デジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域（以下、M R Aという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に第1の疑似乱数列を埋込み、更に再構成したデジタル画像信号を入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、前記M R Rの変換係数で構成した数列と第2の疑似乱数列との内積を求めるステップと、求めた内積の値から第1の疑似乱数列を決定するステップと、決定した第1の疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備えたことを特徴とするデジタル情報埋込み・抽出方法。

【請求項10】疑似乱数列は平均値0、分散値1の正規分布から選ばれた数列であることを特徴とする請求項8または9記載のデジタル情報埋込み・抽出方法。

【請求項11】疑似乱数列を決定するステップは、求めた内積が予め設定したしきい値より大きい場合に該当する疑似乱数列であると判断することを特徴とする請求項9または10記載のデジタル情報埋込み・抽出方法。

【請求項12】帯域分割するステップは、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する際に、複数の階層に分割し、疑似乱数列を埋込むステップは、分割された複数の周波数帯域の中で第2階層以上のM R Rの変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項8または10記載のデジタル情報埋込み・抽出方法。

【請求項13】疑似乱数列を埋込むステップは、M R R のうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数の全てもしくはその一部と水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数の全てもしくはその一部とで構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項8、10または12記載の記録媒体。

【請求項14】疑似乱数列を埋込むステップは、M R R のうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数、または水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数のいずれか一方の全てもしくはその一部から構成される数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項8または10または12記載の記録媒体。

【請求項15】離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、最も低い周波数帯域（以下、M R Aという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成される数列に前記疑似乱数列を埋込むステップと、情報埋込み処理後の前記M R Rと前記M R Aとを用いて、前記疑似乱数列を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップを実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項16】デジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域（以下、M R Aという）以外の複数の周波数帯域（以下、M R Rという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に第1の疑似乱数列を埋込み、更に再構成したデジタル画像信号を入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、前記M R Rの変換係数で構成した数列と第2の疑似乱数列との内積を求めるステップと、求めた内積の値から第1の疑似乱数列を決定するステップと、決定した第1の疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップを実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項17】疑似乱数列は平均値0、分散値1の正規分布から選ばれた数列であることを特徴とする請求項5または16記載の記録媒体。

【請求項18】疑似乱数列を決定するステップは、求めた内積が予め設定したしきい値より大きい場合に該当する疑似乱数列であると判断することを特徴とする請求項16または17記載の記録媒体。

【請求項19】帯域分割するステップは、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する際に、複数の階層に分割し、疑似乱数列を埋込むステップは、分割された複数の周波数帯域の中で第2階層以上の前記M R Rの変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項15または17記載の記録媒体。

【請求項20】疑似乱数列を埋込むステップは、M R R のうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数の全てもしくはその一部と水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数の全てもしくはその一部とで構成した数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項15、17または19記載の記録媒体。

【請求項21】疑似乱数列を埋込むステップは、M R R のうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、H L領域という）の変換係数、または水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、L H領域という）の変換係数のいずれか一方の全てもしくはその一部から構成される数列に疑似乱数列を埋込むことを特徴とする請求項15、17または19記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体に関し、より特定的には、デジタルデータの著作権保護のため、画像信号に著作権情報などのデジタルデータを埋込み、そして、抽出するデジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタル技術の進展により、音声、画像、映像などのマルチメディアデータをデジタル化し、高速大量に伝送し、利用するようになってきた。しかしながら、デジタル化されたマルチメディアデータは容易に複製できる。このため、著作権者からの正当な許諾を受けていない者が、デジタル画像を当該著作権者に無断で不正コピーを行い、二次的利用をするなどの問題が起こっている。

【0003】これらの対策の一つとして知られているものに電子透かし技術がある。電子透かしとは、画像データ内部に人間には知覚できないような形でデジタル情報を埋込む技術である。電子透かし技術により、著作権者の情報を人間に知覚できないような形で画像データなどに埋込むことにより、不正に利用された場合、埋込まれた情報を取り出し、証明することにより著作権を主張することができる。

【0004】従来の電子透かしの方法として、例えば、特開平9-191394号公報は、データをスペクトル分解し、知覚的に重要な成分中に正規分布あるいはランダム分布に従った透かし値を埋込む方法を提案している。より具体的には、透かしを W_i 、透かし処理される *

$$f'_i = f_i + \alpha f_i W_i$$

W_i : 疑似乱数列 (透かし)

f_i : 透かし処理されるデータの周波数係数

f'_i : 透かし処理後の周波数係数

α : スケーリングパラメータ

f''_i : 改良された透かし処理後の周波数係数

V_i : 疑似乱数列 (透かし)

【0006】

【数2】

$$W_i = \frac{f'_i - f_i}{\alpha f_i}$$

【0007】この方法は、透かしを除去することが困難であるという長所があるが、透かしを挿入した周波数係数の位置を保存していないため、透かし値を抽出する際に透かし値を埋込む前のオリジナルデータを必要とする。これに対し、特開平10-308867号公報は、オリジナルデータの不要な方法を開示している。透かし *

$$\begin{aligned} \frac{f'_i}{\text{avg}(f_i)} &= \frac{f_i + \alpha \text{avg}(f_i) W_i}{\text{avg}(f_i)} \\ &= \frac{f_i}{\text{avg}(f_i)} + \alpha W_i \\ &\doteq \alpha W_i \end{aligned} \quad (\because \text{avg}(f_i) = \text{avg}(f'_i))$$

【0010】(数4)の右辺から f_i が消えたことによりオリジナルデータは不要になるが、DCT (離散的コサイン変換) および、データの局部平均の逆数を計算する必要があり、画像データのような大量データに適用する場合、その算出コストが高くなる。

【0011】これらの発明を改善するものとして特開平10-145757号公報がある。透かしを W_i 、透かし処理されるデータの周波数係数を f_i 、透かし処理後の周波数係数を f'_i 、スケーリングパラメータを α 、★

$$\begin{aligned} \frac{f'_i}{\text{avg}(|f'_i|)} &= \frac{f_i + \alpha \text{avg}(|f'_i|) W_i}{\text{avg}(|f'_i|)} \\ &\doteq \frac{f_i}{\text{avg}(|f'_i|)} + \alpha W_i \\ &\doteq \alpha W_i \end{aligned} \quad (\because \text{avg}(|f'_i|) = \text{avg}(|f_i|))$$

【0014】これは特開平10-308867号公報において高くなった算出コストを削減するために透かし処理を小区域に分割し、透かしの部分集合を埋込む方式である。特に小区域が 8×8 の場合、動画像の圧縮符号化の一つであるMPEGの手順と結合することが可能であ

り、データの周波数係数を f_i 、透かし処理後の周波数係数を f'_i 、スケーリングパラメータを α とすると、(数1) を用いて埋込みを行い、(数2) で抽出する。

【0005】

【数1】

*データの周波数係数を f_i 、透かし処理後の周波数係数を f'_i 、スケーリングパラメータを α とすると、(数1) を用いて埋込みを行い、(数2) で抽出する。

【0008】

【数3】

$$f'_i = f_i + \alpha \text{avg}(f_i) W_i$$

【0009】

【数4】

20

【0012】

【数5】

$$f'_i = f_i + \alpha \text{avg}(|f'_i|) W_i$$

【0013】

【数6】

30 ★ $\text{avg}(f_i)$ を f_i の局部平均、 $|f_i|$ を f_i の絶対値とすると、(数5) を用いて埋込み、(数6) で抽出する。

【0014】

【数7】

$$f'_i = f_i + \alpha \text{avg}(|f'_i|) W_i$$

【0015】

【数8】

$$f'_i = f_i + \alpha \text{avg}(|f'_i|) W_i$$

り、計算を節約できるという長所がある。しかし、データの局部平均の逆数を計算する必要があることには変わりはなく、算出コストは高い。

【0016】特開平10-145757号公報はMPEGとの結合を考慮した発明であるので、以下、特開平1

0-308867号公報の透かし埋込み方法および透かし抽出方法について説明する。

【0016】まず、透かし埋込み方法について、図10を用いて説明する。透かし信号は、誤り訂正符号器81へ入力される。誤り訂正符号器81の出力は、拡散スペクトル変調器82に入力される。拡散スペクトル変調器82の出力は第1のスペクトル変換器83に入力される。第1のスペクトル変換器83の出力はスペクトル整形器84に第1の入力として与えられる。一方、透かし処理を施すべきデータが第2のスペクトル変換器85に入力される。第2のスペクトル変換器85の出力は局部平均器86で時間的あるいは空間的局部平均された後にスペクトル整形器84に第2の入力として与えられるとともに、遅延器87にも与えられる。スペクトル整形器84の出力は加算器88において遅延器87の出力と加算される。加算器88の出力は逆変換器89で逆変換され、透かし処理済みデータが得られる。

【0017】次に透かし抽出方法について、図11を用いて説明する。透かし処理済みデータをスペクトル正規化ユニット91によりスペクトル正規化し、過去に施されたスペクトル整形を取り除く。次に、正規化された信号を相関器バンク92A~92Zにより分析する。各相関器は特定の疑似乱数シーケンスがあれば、そのシーケンスを検出し、正規化された信号とこれらの疑似乱数シーケンスとの相関を取り、相関関係の度合いを示す出力を判定回路93に出力する。判定回路93は、通常最大出力を示す相関器を選択し、当該相関器の出力を到来する現シンボルに対する最尤現シンボルとして、順次選択する。次に、最尤現シンボルのシーケンスを誤り訂正器94に入力し、判定回路93の判定結果の誤りを訂正する。誤り訂正器94の出力として、抽出された透かし信号が得られる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の技術では、オリジナルデータを不要とするために、透かしを埋込む際に局部平均を求め、局部平均を用いてスペクトル整形を行う必要がある。また、透かしを抽出する際に、透かし信号埋込み時に行ったスペクトル整形を取り除くためにスペクトル正規化を行う。これは実際に、局部平均の逆数を計算することになる。さらに、透かし抽出時に複数の相関器を用い、最後に誤り訂正の処理が必要であった。従って、透かし信号を抽出する際の算出コストが高いという課題があった。

【0019】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、透かし埋込み時に簡易なスペクトル整形を行い、透かし抽出時は内積計算を行うことにより、より簡易で算出コストが低く、しかも第三者には埋込んだデジタル情報が解読されにくい秘匿性を有するデジタル情報の埋込み・抽出を行なうことを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするマッピング手段と、分割された前記複数の周波数帯域のうち、最も低い周波数帯域（以下、MRAという）以外の複数の周波数帯域（以下、MRRという）の変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に前記疑似乱数列を埋込む情報埋込み手段と、情報埋込み処理後の前記MRRと前記MRAとを用いて、前記疑似乱数列を埋込んだデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える。

【0021】第2の発明は、デジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割し、最も低い周波数帯域（以下、MRAという）以外の複数の周波数帯域（以下、MRRという）の変換係数の全てもしくはその一部に第1の疑似乱数列を埋込み、更に再構成したデジタル画像信号を入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された前記複数の周波数帯域のうち、前記MRRの変換係数で構成した数列と第2の疑似乱数列との内積を求める相関値算出手段と、前記相関値算出装置の出力から第1の疑似乱数列を決定する疑似乱数列決定手段と、決定した第1の疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する情報生成手段とを備える。

【0022】第3の発明は、疑似乱数列として、平均値0、分散値1の正規分布から選ばれた数列を用いる。

【0023】第4の発明は、相関値算出手段が outputする値が予め設定したしきい値より大きい場合に該当する疑似乱数列であると判断する疑似乱数列決定手段を備える。

【0024】第5の発明は、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する際に、複数の階層に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域の中で第2階層以上のMRRの変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に疑似乱数列を埋込む情報埋込み手段とを備える。

【0025】第6の発明は、MRRのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、HL領域という）の変換係数の全てもしくはその一部と水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以下、LH領域という）の変換係数の全てもしくはその一部とで構成した数列に疑似乱数列を埋込む情報埋込み手段を備える。

【0026】第7の発明は、MRRのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域（以下、HL領域という）の変換係数、および水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域（以

下、LH領域という)の変換係数のいずれか一方の全てもしくはその一部から構成される数列に疑似乱数列を埋込む情報埋込み手段を備える。

【0027】第8の発明は、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、固有のデジタル情報を疑似乱数列にマッピングするステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、最も低い周波数帯域(以下、MRAという)以外の複数の周波数帯域(以下、MRRという)の変換係数の全てもしくはその一部で構成される数列に前記疑似乱数列を埋込むステップと、情報埋込み処理後の前記MRRと前記MRAとを用いて、前記疑似乱数列を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。

【0028】第9の発明は、デジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域(以下、MRAという)以外の複数の周波数帯域(以下、MRRという)の変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に第1の疑似乱数列を埋込み、更に再構成したデジタル画像信号を入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち、前記MRRの変換係数で構成した数列と第2の疑似乱数列との内積を求めるステップと、求めた内積の値から第1の疑似乱数列を決定するステップと、決定した第1の疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成するステップとを備える。

【0029】第10の発明は、疑似乱数列として、平均値0、分散値1の正規分布から選ばれた数列を用いる。

【0030】第11の発明は、求めた内積が予め設定したしきい値より大きい場合に該当する疑似乱数列であると判断するステップを備える。

【0031】第12の発明は、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する際に、複数の階層に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域の中で第2階層以上の前記MRRの変換係数の全てもしくはその一部で構成した数列に疑似乱数列を埋込むステップを備える。

【0032】第13の発明は、MRRのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域(以下、HL領域という)の変換係数の全てもしくはその一部と水平方向が低周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域(以下、LH領域という)の変換係数の全てもしくはその一部とで構成した数列に疑似乱数列を埋込むステップを備える。

【0033】第14の発明は、MRRのうち水平方向が高周波数成分で垂直方向が低周波数成分である領域(以下、HL領域という)の変換係数、または水平方向が低

周波数成分で垂直方向が高周波数成分である領域(以下、LH領域という)の変換係数のいずれか一方の全てもしくはその一部から構成される数列に疑似乱数列を埋込むステップを備える。

【0034】

【発明の実施形態】(第1の実施形態)図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み・抽出装置の構成を示すブロック図である。図1において、第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み部1aは、帯域分割部11と、マッピング部12と、情報埋込み部13と、帯域合成部14とを備える。

【0035】帯域分割部11について、図2を用い、離散ウェーブレット変換処理を用いて3階層に帯域分割を行う処理について説明する。

【0036】図2において、帯域分割部11は、それぞれ同じ構成を有する第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300を備える。第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300は、入力した画像を4つの周波数帯域に分割し、各周波数帯域ごとのウェーブレット変換係数(以下、単に変換係数という)を算出する。なお、サブバンド分割によっても、離散ウェーブレット変換による帯域分割と等価である変換係数を得ることもできる。

【0037】帯域分割部11は、デジタル画像信号71を第1の帯域分割フィルタ100に入力する。第1の帯域分割フィルタ100は、デジタル画像信号71を水平周波数成分と垂直周波数成分のパラメータに基づいて4つの帯域の信号、すなわち、LL1信号、LH1信号、HL1信号およびHH1信号(以下、これらを総称して第1の階層信号という)に分割する。第2の帯域分割フィルタ200は、上記第1の階層信号のうち最も低域のLL1信号を入力し、さらに4つの帯域のLL2信号、LH2信号、HL2信号およびHH2信号(以下、これらを総称して第2の階層信号という)に分割する。そして、第3の帯域分割フィルタ300は、上記第2の階層信号のうち最も低域のLL2信号を入力し、さらに4つの帯域のLL3信号、LH3信号、HL3信号およびHH3信号(以下、これらを総称して第3の階層信号という)に分割する。

【0038】図3は、図2の第1の帯域分割フィルタ100の詳細な構成の一例を示すブロック図である。図3において、第1の帯域分割フィルタ100は、第1～第3の2帯域分割部101～103を備える。この第1～第3の2帯域分割部101～103は、それぞれ1次元の低域通過フィルタ(LPF)111～113と、1次元の高域通過フィルタ(HPF)121～123と、信号を2：1に間引くダウンサンプラー131～133および141～143とを備える。

【0039】第1の2帯域分割部101は、デジタル画像信号71を入力し、水平方向成分に関してLPF11

11

1およびHPF121により低域および高域のフィルタリングを行い、2つの信号を出力する。そして、低域および高域のフィルタリングがされた信号をそれぞれダウンサンプル131および141を用いて2:1に間引いた後、次段に出力する。第2の2帯域分割部102は、ダウンサンプル131からの信号を入力し、垂直方向成分に関してL PF112およびHPF122によりそれぞれフィルタリングを行い、ダウンサンプル132および142を用いて2:1に間引いた後、LL1信号とLH1信号の2つの信号を出力する。一方、第3の2帯域分割部103は、ダウンサンプル141からの信号を入力し、垂直方向成分に関してL PF113およびHPF123によりそれぞれフィルタリングを行い、ダウンサンプル133および143を用いて2:1に間引いた後、HL1信号とHH1信号の2つの信号を出力する。

【0040】これにより、第1の帯域分割フィルタ100からは、水平方向・垂直方向共に低域のLL1信号、水平方向に低域で垂直方向に高域のLH1信号、水平方向に高域で垂直方向に低域のHL1信号および水平方向・垂直方向共に高域のHH1信号の4つの信号、すなわち、変換係数がOutputされる。

【0041】なお、第2および第3の帯域分割フィルタ200および300も、入力される信号に対して上記と同様の処理を行う。

【0042】上述した第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300による帯域分割処理の結果、デジタル画像信号71は、LL3信号、LH3信号、HL3信号、HH3信号、LH2信号、HL2信号、HH2信号、LH1信号、HL1信号およびHH1信号の10の帯域信号に分割される。図4は、これらを2次元周波数領域で表現した図である。

【0043】図4において、縦軸は垂直方向の周波数成分を表し下側に行くほど高域となり、横軸は水平方向の周波数成分を表し右側に行くほど高域となる。図4における各々の領域は1つの画像としてのデータであり、その領域の面積比は各々の帯域信号が有するデータ数の比に一致する。すなわち、第3の階層信号であるLL3信号、LH3信号、HL3信号およびHH3信号のデータ数を1とした場合、第2の階層信号であるLH2信号、HL2信号およびHH2信号のデータ数は4となり、第1の階層信号であるLH1信号、HL1信号およびHH1信号のデータ数は16となる。

【0044】図1におけるマッピング部12は、固有のデジタル情報に対応する疑似乱数列を生成する。この疑似乱数列は、平均値0、分散値1の正規分布で構成される母集団からランダムに選択することにより生成する。疑似乱数列は固有のデジタル情報に対して、ユニークなものを選択する。マッピング部12は固有のデジタル情報と疑似乱数列との対応表を保持している。例えば、固有のデジタル情報が著作者名と作成日時から成る著作者

12

情報の場合、この対応表は著作者情報と疑似乱数列を組みとして記述され、対応表中には同一の疑似乱数列は現れないように構成する。固有のデジタル情報、例えば著作者情報が入力されると、前記の対応表を参照して、疑似乱数列をOutputする。

【0045】図1における情報埋込み部13の一例を図5を用いて説明する。帯域分割部11で分割した信号のMRRの中から図2で示したLH2の変換係数を予め設定した順序で読み出し、絶対値算出部31の入力として与えると共に遅延器32の入力として与える。絶対値算出部31の出力は乗算器33に第1の入力として与える。遅延器32の出力は加算器34に第1の入力として与える。一方、図1のマッピング部12からの出力である疑似乱数列は乗算器33に第2の入力として与えられる。乗算器33では、絶対値算出部31の出力と疑似乱数列Wiとを乗算し、さらにスケーリングパラメータ α を乗ずる。乗算器33の出力は加算器34に第2の入力として与えられ、遅延器32の出力と加算される。変換係数を f_i 、 $|f_i|$ を f_i の絶対値、マッピング部12からの出力である疑似乱数列を W_i 、埋込み処理された変換係数を f_i' とすると、以上の処理は(数7)で表される。 α は1より小さい正数を用いる。

【0046】

【数7】

$$f_i' = f_i + \alpha |f_i| W_i$$

【0047】上記に統いて、LH3の変換係数を予め設定した順序で読み出し、絶対値算出部31の入力として与えると共に遅延器32の入力として与える。以降の処理は、LH2の変換係数に対するものと同様である。なお、ここでは、LH2の変換係数に対する処理に統いて、LH3の変換係数に対する処理を行なったが、この処理の順序は、LH3の変換係数に対する処理を先に行なってよい。LH2とLH3の処理順序、およびLH2、LH3の変換係数を読み出すために予め設定した順序は、埋込み処理を行なうためのキー情報であり、固有のデジタル情報を抽出する際にも用いる。

【0048】次に帯域合成部14の処理について図6を用いて説明する。帯域合成部14は、それぞれ同じ構成を有する第1～第3の帯域合成フィルタ400、500および600を備える。第1～第3の帯域合成フィルタ400、500および600は、4つの周波数帯域信号を入力し、1つの信号に合成して出力する。

【0049】第1の帯域合成フィルタ400は、LL3信号、HL3信号およびHH3信号、疑似乱数列の埋込み処理が終ったLH3信号とを入力し、これらを合成してLL2信号を作成する。第2の帯域合成フィルタ500は、上記合成したLL2信号と疑似乱数列の埋込み処理が終ったLH2信号、およびHL2信号とHH2信号とを入力し、これらを合成してLL1信号を作成する。そして、第3の帯域合成フィルタ600は、上記合成し

たL L 1信号とL H 1信号、H L 1信号、H H 1信号とを入力し、これらを合成してデジタル画像信号7 2を再構成する。

【0050】図7は、第1の帯域合成フィルタ4 0 0の構成の一例を示すブロック図である。図7において、第1の帯域合成フィルタ4 0 0は、第1～第3の2帯域合成部4 0 1～4 0 3を備える。この第1～第3の2帯域合成部4 0 1～4 0 3は、それぞれL P F 4 1 1～4 1 3と、H P F 4 2 1～4 2 3と、信号に対して2：1の割合で零を挿入するアップサンプル4 3 1～4 3 3および4 4 1～4 4 3と、加算器4 5 1～4 5 3とを備える。

【0051】第1の2帯域合成部4 0 1は、L L 3信号とL H 3信号とを入力して、それぞれアップサンプル4 3 1および4 4 1を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を垂直方向成分に関してL P F 4 1 1およびH P F 4 2 1でフィルタリングした後、加算して出力する。一方、第2の2帯域合成部4 0 2は、H L 3信号とH H 3信号とを入力して、それぞれアップサンプル4 3 2および4 4 2を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を垂直方向成分に関してL P F 4 1 2およびH P F 4 2 2でフィルタリングした後、加算して出力する。そして、第3の2帯域合成部4 0 3は、加算器4 5 1および4 5 2の出力を入力して、それぞれアップサンプル4 3 3および4 4 3を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を垂直方向成分に関してL P F 4 1 3およびH P F 4 2 3でフィルタリングした後、加算して出力する。

【0052】これにより、第1の帯域合成フィルタ4 0 0からは、第2の階層信号である水平・垂直方向共に低域のL L 2信号が出力される。

【0053】なお、第2および第3の帯域合成フィルタ5 0 0および6 0 0も、入力する信号に対して上記と同様の処理を行う。帯域合成部1 4は、上述のようにL L 3信号、L H 1信号、L H 2信号、L H 3信号、H L 1信号、H L 2信号、H L 3信号、H H 1信号、H H 2信号、H H 3信号の10の周波数帯域信号を、埋込み処理が行われたデジタル画像信号7 2に再構成して出力する。

【0054】以上のように、本第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み部1 aによれば、3階層に帯域分割を行い、M R Rの中からL H 2、L H 3の変換係数の絶対値と疑似乱数列とを任意の順に乗算し、さらにスケーリングパラメータを乗じた後に、L H 2、L H 3の変換係数を加算し、疑似乱数列を埋込む。

【0055】これにより、圧縮符号化を行っても埋込んだ疑似乱数列は保持される。すなわち、疑似乱数列に対応した固有のデジタル情報は保持され、簡易な構成でデジタル情報埋込み装置を実現できる。

【0056】なお、本第1の実施形態に係るデジタル情

報埋込み部1 aにおいて行う離散ウェーブレット変換は、3つの階層に限られるものではなく、L L信号が1×1の要素になるまでならば、何回階層でも階層化してよい。

【0057】また、埋込みに用いる帯域はL H 2、L H 3に限ったものではなく、M R Rの中から任意の帯域を選択して用いてもよく、また、M R R全域を用いてもよい。この場合、帯域の変換係数に対する処理の順序は、いずれの順序でもよいが、その順序は予め設定しておく必要がある。

【0058】(第2の実施形態)図8は、本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報埋込み・抽出装置の構成を示すブロック図である。第2の実施形態に係るデジタル情報抽出部1 bは、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み部1 aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するためのものである。図8において、デジタル情報抽出部1 bは、帯域分割部1 1と、相関値算出部2 1と、疑似乱数列決定部2 2と、情報生成部2 3とを備える。

【0059】なお、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出部1 bの帯域分割部1 1は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み部1 aの帯域分割部1 1と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0060】帯域分割部1 1は、デジタル画像信号7 3を入力する。このデジタル画像信号7 3は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み部1 aの帯域合成部1 4が出力するデジタル画像信号7 2、あるいは圧縮符号化、伸長化の処理を行った信号である。帯域分割部1 1は、入力されたデジタル画像信号7 3に関して離散ウェーブレット変換を行って10個の周波数帯域L L 3信号、L H 1信号、L H 2信号、L H 3信号、H L 1信号、H L 2信号、H L 3信号、H H 1信号、H H 2信号、H H 3信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。帯域分割部1 1で分割したM R Rの中からL H 2、L H 3の変換係数を第1の実施形態で行なったのと同じ順序、すなわちL H 2、L H 3の順に、第1の実施例と同一の予め設定した順序で読み出し、数列の形で相関値算出部2 1の第1の入力として与える。相関値算出部2 1の第2の入力はデジタル画像信号7 3に埋込まれていると推測される疑似乱数列を与える。相関値算出部2 1では第1の入力であるL H 2、L H 3の変換係数で構成される数列と第2の入力である疑似乱数列の内積を取り、疑似乱数列の長さで割る。この算出値は、L H 2とL H 3の変換係数で構成した数列をf i * (処理あるいは改竄によってf i' と微妙に異なると考える)、疑似乱数列をV iとすると(数8)で表される。

【0061】

【数8】

15

$$z = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M f_i^* V_i$$

【0062】ここでMはLH2とLH3の変換係数で構成した数列 f_i^* 、および疑似乱数列 V_i の長さである。デジタル画像信号73が512画素×512画素である場合、Mは最大20480となる。(数8)において、疑似乱数列 V_i が(数7)の疑似乱数列 W_i と等しい場合($V_i = W_i$)、(数8)のzは $V_i \neq W_i$ の場合と比べ大きな値となる。

【0063】相関値算出部21の出力は、疑似乱数列決定部22に入力される。疑似乱数列決定部22では予め設定されたしきい値と相関値算出部21の出力を比較する。

【0064】疑似乱数列決定部22で用いるしきい値の一例として、(数9)の値を用いる。

【0065】

【数9】

$$S_x = \frac{\alpha}{pM} \sum_{i=1}^M |f_i^*| \quad (p \geq 2)$$

【0066】ここで、 α は第1の実施形態で用いたスケーリングパラメータであり、pは2以上の正数である。

【0067】疑似乱数列決定部22において、相関値算出部21の出力がしきい値より大きい場合には、相関値算出部21で用いた疑似乱数列が有意であるという出力を情報生成部23の入力として与える。情報生成部23では有意となった疑似乱数列を用いて、この疑似乱数列にマッピングした固有のデジタル情報を生成する。このマッピングには、第1の実施形態におけるマッピング部12の保持する対応表と同一のものを用いて行なう。

【0068】一方、疑似乱数列決定部22において、相関値算出部21の出力が予め設定されたしきい値より小さい場合は、埋込まれていると推測される第2の疑似乱数列を用いて、同じ処理を行なう。埋込まれていると推測される全ての疑似乱数列を用いても、疑似乱数列決定部22において疑似乱数列が有意であると判断できない場合は、疑似乱数列は埋込まれていないものと判断する。

【0069】以上のように、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出部1bによれば、埋込まれた周波数帯域の変換係数と埋込んだと思われる疑似乱数列との内積を求めることで相関値を算出し、予め設定されたしきい値と比較することにより、疑似乱数列を有意とし、固有のデジタル情報を生成する。

【0070】これにより、簡易な演算で固有のデジタル情報を抽出することができる。しかも、埋込まれた周波数帯域の情報、具体的には、用いた変換係数、変換係数の数列作成順序、疑似乱数列の長さを知らない第3者による固有のデジタル情報の解読を困難にしている。

【0071】なお、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出部1bにおいて行う相関値算出は、周波数帯域の

16

変換係数と疑似乱数列との内積をその長さで割ったものに限るものではなく、内積の値でも同様な相関値を算出することができる。

【0072】なお、上記第1～第2の実施形態に係るデジタル情報埋込み・抽出装置は、デジタル画像信号であればいずれでもよく、静止画像や動画像でもよい。例えば、毎秒30フレームから構成されている動画像信号は、全てのフレームもしくは一部のフレーム(例えば5フレーム毎)に対して上述したデジタル情報の埋込み処理および抽出処理を適用すればよい。

【0073】なお、典型的には、上記第1～第2の実施形態に係るデジタル情報埋込み・抽出装置の各処理は、コンピュータプログラム(以下、デジタル情報埋込み・抽出プログラムという)として実現される。図9は、そのシステム構成図である。51はCPUで、プログラムの動作を制御する。52は主記憶装置で、プログラムや各種のデータが記憶される。53はデジタル情報埋込み・抽出プログラムを記録した記録媒体である。記録媒体53は、フロッピーディスクやMOなど読み書き可能な記録媒体ならば、何でもよい。また、ハードディスクなどの予めシステムに組み込まれ、可搬性のないものでもよい。デジタル情報埋込み・抽出プログラムは主記憶装置52に読み込まれ、CPU51の制御によって動作する。また、処理に必要な各種の一時データは、主記憶装置52に確保される。マッピング部12で用いる固有のデジタル情報と疑似乱数列との対応表は、記録媒体53に保持される。なお、デジタル情報埋込み・抽出プログラムと前記対応表の格納位置は、それぞれの格納位置が分かれれば、いずれでもよい。

【0074】
【発明の効果】第1の発明によれば、画質低下を伴うことなく、さらに埋込まれた固有のデジタル情報の位置を記録することなく、固有のデジタル情報を埋込むことができる。

【0075】また、第2の発明によれば、簡易な構成で、固有のデジタル情報を抽出することができる。

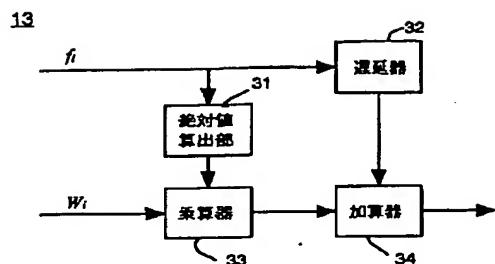
【0076】また、第3の発明によれば、任意の長さの疑似乱数列を容易に生成することができるので、簡易な埋込み装置を構成することができる。さらには十分な長さの数列においては、その総和が0となり、内積を求めることで、相関値ピークを明確に示すことができる。これにより簡易な抽出装置を構成することができる。

【0077】また、第4の発明によれば、相関値算出手段の出力値を予め設定したしきい値と比較するだけで判断可能であるので、簡易な抽出装置を構成することができる。

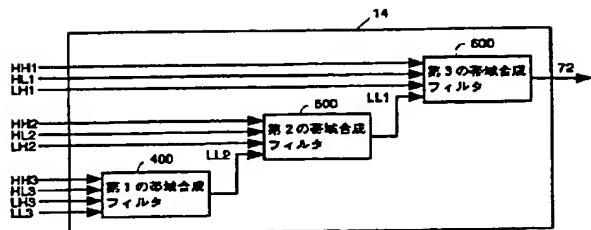
【0078】また、第5の発明ないし第7の発明によれば、圧縮符号化のような高周波領域をカットする処理を経ても埋込んだデジタル情報を保持することができる。

【図面の簡単な説明】

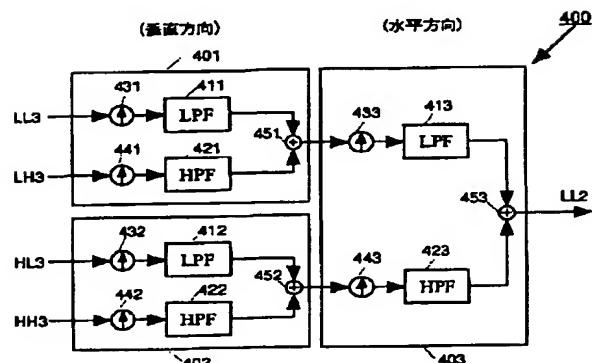
【図5】



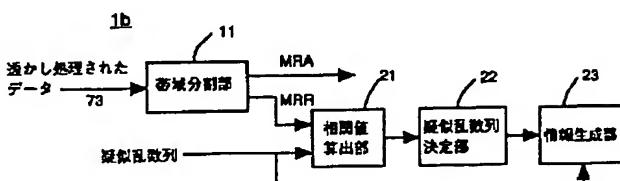
【図6】



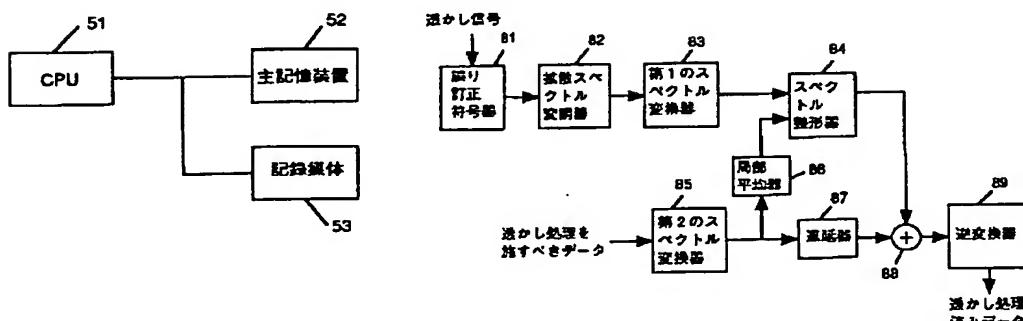
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

【図11】

